弁操作情報の取得および取得データの活用に関する研究

○紺野　真一（クボタ）　　森村　克　（クボタ）
塚原　尚起（クボタ）　　中谷　和秀（クボタ）

１．はじめに

水道管路の維持管理業務の中には豊富な経験と高い技能が必要とされる作業が多くあり、その中の一つに弁操作があげられる。水道管路には、複数の種類（ソフトシール仕切弁、バタフライ弁等）、呼び径のバルブが数多く設置されており、弁仕様とその開度毎に適正な操作トルクは異なる。また、経年変化により操作トルクが上昇する傾向が確認されており、使用期間によっても操作トルクは変動する。さらに、全閉位置から急な開操作を行うと、管の破裂や赤水発生等の重大な事故の要因となりうる。そのため、弁操作の際には数多くの情報に基づいた適正かつ慎重な作業が求められるが、過去の作業のデータベースやマニュアル等は存在せず、経験豊富な職員のノウハウ頼みの作業となることが多い。水道事業体の職員が減少傾向にある中、今後はノウハウによらず弁操作の作業を行えるようになることが強く求められている。

このような背景から、弁操作時のトルクや回転数のデータを実測し、それらを可視化することで弁操作に関するノウハウを補完することができる機器（弁操作ユニット）について研究を行った。今回性能評価を行い、良好な結果が得られたので、ここに報告する。

２．機器の概要

評価を行った機器の全体構成を以下に示す。弁操作ユニットに内蔵したセンサの測定データは、Bluetooth 通信により送受信され、スマートフォン上に必要な情報が表示される（図 1）。弁操作ユニットは、弁操作ハンドル部とトルクセンサ、およびジャイロセンサで構成され、操作トルクと回転数の計測が可能である（図 2）。スマートフォン上で使用する専用のアプリケーションは、ハンドル回転数と操作トルクの実測値の表示機能（図 3）のほか、表 1 に示す弁操作に必要な機能を有している。作業者は、スマートフォンに表示される弁操作情報に基づいて弁を操作する。

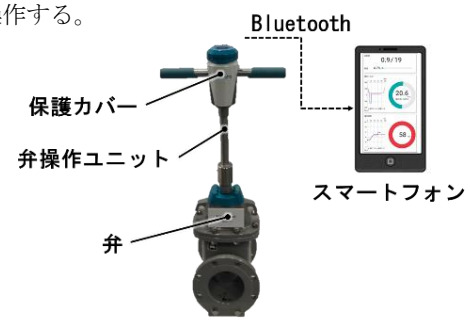


図１　機器の全体構成

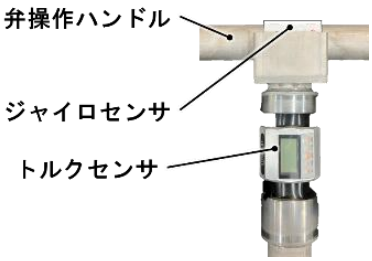


図２　弁操作ユニット　保護カバー内の構成

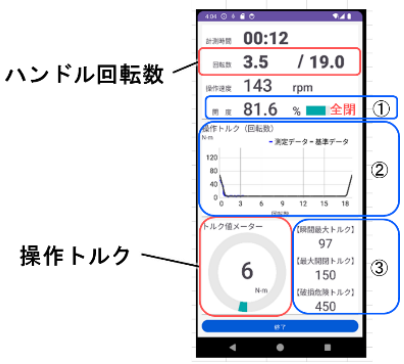


図３　スマートフォン画面

表１　弁操作付加機能

①全閉チェック機能	回転数と操作トルク値が既定値に達するなど、一定の条件を満たすと全閉である旨を画面に表示。
②操作トルクのグラフ表示機能	各開度の操作トルク値をリアルタイムにグラフ表示。
③操作トルク値の警告機能	操作トルク値が破損危険トルク付近に近づくなど、一定の条件を満たすと警告アラート（画面、音、振動）を発出。

３．試験条件及び結果

（１） 性能確認試験結果

弁操作ユニットを用いて呼び径 100 の仕切弁を操作し、操作トルクの計測・ハンドル回転数の計測・測定データのスマートフォンへの通信・弁操作付加機能の動作状況について評価試験を行った。表 2 に示すとおり、全ての項目において、問題なく動作することを確認した。

表 2　性能確認試結果　　○：合格

検証項目	判定基準	判定
トルク測定	測定誤差 1N・m 以内	○
回転数測定	測定誤差 1deg. 以内	○
データ通信・ スマートフォン表示	サンプリング周期：0.25s(1 分あたり 240 個)の測定データが欠測なく通信されること	○
弁操作補助機能	規定トルク、回転数を満たした際『全閉』通知が表示されること	○
	トルクが規定値を超えた際、"画面表示"、"警告音"、"振動"でアラート発出	○

（２） フィールド試験結果

弁操作ユニットにより、実管路に設置されているバタフライ弁を操作する試験を行った。試験条件を表 3、現地での試験状況を写真 1 に示す。

表 3　フィールド試験条件

試験対象弁	呼び径 2000 副弁内蔵型バタフライ弁（主弁）
操作場所	バルブボックス内
測定項目	操作トルク、ハンドル回転数
弁操作方法	① 弁操作キャップを開閉両方向に 3 回転させる
	② ①の作業を 2 回実施する

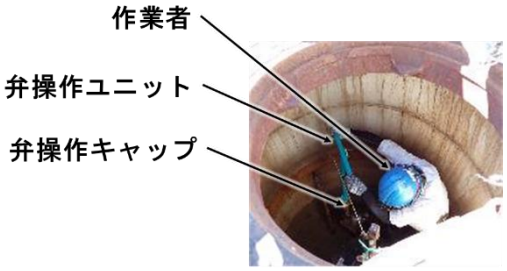


写真 1　現地での試験状況

試験結果を表 4 に示す。実管路に設置されている弁においても、測定データの表示、操作トルクの計測が問題なく行われていることを確認した。

表 4　フィールド試験結果　　○：合格

検証項目	判定基準	判定
測定データの表示	スマートフォン画面に遅延なく表示	○
トルク計測精度	2 回操作時の最大トルク値の差異が 10%以内	○

４．おわりに

今回の検証により、弁の操作トルクと回転数を精度良く測定し、データをスマートフォンに通信することで、作業者が弁操作時のトルクと回転数の状況を確認しながら作業できることを確認した。この機能により、熟練技能者の弁操作方法を数値化することが可能となるので、安全な弁操作方法に関するデータを多く収集し、弁操作のマニュアルの作成に取り組んでいく所存である。